

Radek BERNARD¹

GEOTECHNICKÝ MONITORING PŘI STAVBĚ TUNELU VALÍK U PLZNĚ

GEOTECHNICAL MONITORING OF THE VALÍK TUNNEL CONSTRUCTION NEAR PILSEN

Abstract

The excavation of the Valík tunnel between the villages of Černice and Utušice is finishing part of the construction of the D5 highway from Prague to Rozvadov. The selected geomonitoring range corresponds with the demanding nature of tunnelling work carried out in a complex geological continuum with a thin roof. Monitoring includes both engineering geological supervision, which provides, on a continuous basis, information on rock quality and a whole range of deformation, stress and seismic measurements. Geotechnical monitoring includes both engineering geological supervision, which provides, on a continuous basis, information on rock quality and a whole range of deformation, stress and seismic measurements and automated continual stress measurements in the vicinity of the central concrete pillar.

The Valík Tunnels provided an opportunity to use the BARAB[®] information system, which allows the processing, transmission and sharing of a huge amount of information and measurement data. The use of the BARAB[®] system during the construction of the Valík highway tunnels near Plzeň proved to be very useful providing immediate access to information, essential for rapid and safe decision-making.

Key words: geotechnical monitoring, Valík Tunnel

Úvod

Ražba tunelu Valík, pod vrchem Val mezi obcemi Černice a Utušice, byla součástí stavby 510/1B dálnice D5 Praha – Rozvadov v rámci dálničního obchvatu města Plzně. Investorem stavby bylo Ředitelství silnic a dálnic ČR Praha (dále ŘSD). Zhotovitelem stavebních prací byl Metrostav, a.s. Naše společnost SG-Geotechnika, a.s. zajišťovala pro objednatele kompletní geotechnický monitoring při ražbě tunelů.

Dálniční tunely jsou dlouhé 390 m resp. 380 m (ražená část 330 m) a jsou tvořeny dvěma samostatnými tunelovými tubusy, širokými necelých 12 m a vysokými 8,2 m (definitivní ostění). Maximální podélný sklon činí 4 % s klesáním k západu. Obě tunelové trouby jsou situovány v těsném sousedství vedle sebe bez horninového pilíře. Jsou oddělené středním železobetonovým pilířem vybudovaným s předstihem, což výrazně zmenšilo (zde tolik diskutovaný) rozsah trvalých záborů na povrchu dotčeného území. Konstrukce ražených tunelových úseků byla navržena jako dvoupilášt'ová s mezilehlou izolací. Ze stabilitních a statických důvodů bylo nutno v celé délce ražených úseků zřizovat konstrukci protiklenby jak v primárním, tak i v sekundárním ostění. Tunely byly raženy podle zásad Nové rakouské tunelovací metody (NRTM).

Zastižená geologie při ražbě tunelu

Ražby probíhaly v proterozoických sedimentech, slabě metamorfovaných horninách blovicko-tepelské série. Jedná se o proterozoické břidlice převážně šedohnědé barvy, ve střední části ražeb mírně prokřemenělé, které jsou místy doplněny různě mocnými černošedými grafitickými břidlicemi. Břidlice byly zvětřalé až silně zvětřalé, na puklinách převážně limonitizované. Tektonické porušení bylo silné a břidlice byly rozpukané, místy intenzivně.

V masivu se objevovalo několik žilných struktur, které měly mocnost od několika decimetrů až do desítek metrů. Především se zde vyskytoval navětralý až silně zvětřalý šedobéžový porfýrit a různě zvětřalý metabazalt (spilit), převážně šedozelené barvy.

¹ Ing., SG-Geotechnika, a.s. Praha, Dlouhá 80, 261 01, Příbram III, bernard@geotechnika.cz

Z hydrogeologického hlediska lze konstatovat, že ražba tunelů probíhala převážně v suchém horninovém prostředí. Při ražbě byly dokumentovány pouze místy slabé průsaky podzemních vod ve spodní klenbě jednotlivých částí tunelu. Tektonické poruchy ani žilné struktury nebyly zdrojem podzemní vody.

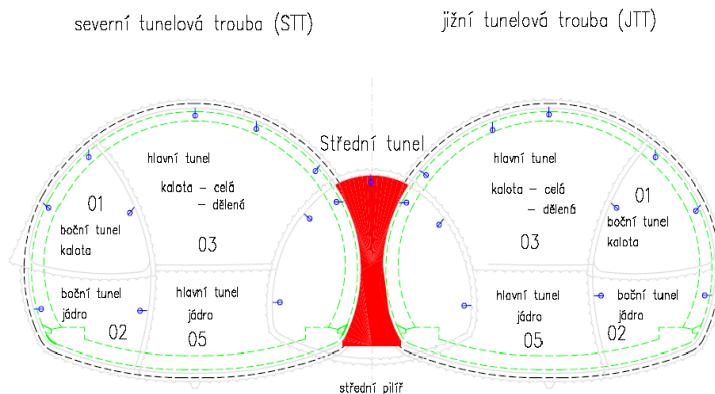
Na základě výsledků podrobného inženýrsko-geologického průzkumu a expertizy objednané ŘSD byla na ražbu tunelu stanovena jedna základní technologická třída hornin dle NRTM a to 5a, která byla rozdělena do jednotlivých podtříd 5aI, 5aII a 5aIII, kde 5aIII byla využita v nejpříznivějších geologických podmínkách a 5aI v těch nejhorších. Na tyto technologické třídy byl navržen i komplexní geotechnický monitoring, který je hlavní náplní tohoto článku.

Postup a popis stavebních prací

Práce v terénu započaly hloubením západního, rozvadovského portálu v listopadu roku 2003. Pražský portál, na východní straně stavby, byl hlouben až v době ražeb středního tunelu (od dubna do srpna 2004).

Samotná ražba tunelů byla zahájena ražbou středního tunelu 1.3. 2004 z již zmíněného rozvadovského portálu. Tato část byla nakonec vyražena s měsíčním předstihem na konci července 2004. V září roku 2004 byla zahájena betonáž středního pilíře, tak aby mohla být začátkem října plně realizována ražba hlavních tunelů. Betonáž středního pilíře, která rovněž postupovala od rozvadovského portálu, byla dokončena v poslední dekádě ledna 2005, což splňovalo požadavky projektové dokumentace na další ražbu tunelů.

Schéma pojmenování dílčích výrubů



Obr.1 postup dílčích ražeb při ražbě tunelů.

Z uvedeného obrázku č.1 je zřejmé, že postup ražeb byl na popisované stavbě členěn kombinovaným způsobem, přičemž převažovalo méně časté a na čas náročnější vertikální členění. Tento způsob byl vyprojektován z důvodu složité geologie, zjištěné při ražbě průzkumné štoly v roce 2002 a z důvodu minimální mocnosti nadloží nad tunely, které se v celé délce stavby pohybuje v rozmezí od 5 do 15 m. Další faktor, který hovoří o bezpečnější metodě dílčích výrubů, je šířka či výška tunelů, jež činí až 16 m, resp. 12 m (primární ostění). Úvodní část všech dělených výrubů procházela pod 18 m dlouhým mikropilotovým deštníkem vrtaným ve dvou řadách z rozvadovského portálu. Obdobně bylo provedeno zajištění konce ražeb před prorážkami na pražský portál (východní). Po průchodu ražby kaloty středního tunelu (cca 50m2) pod zmíněným zajištěním mikropiloty, zhotovitel prováděl ražbu na dvě části kaloty s mírným předstihem levé části (ve směru

ražeb). Po vyhodnocení všech dostupných měření v úvodní části ražby (v cca 30 tunelových metrech = TM) a dle inženýrsko-geologické (IG) dokumentace rozhodli členové Rady monitoringu (RAMO), na návrh kanceláře geotechnického monitoringu (GTM), o ražbě kaloty na plný profil. Toto rozhodnutí se nakonec ukázalo jako velice příznivé, jelikož zbylý úsek středního tunelu byl vyražen tímto způsobem, čímž se docílilo nemalých finančních a časových úspor. Dno neboli spodní klenba středního tunelu byla uzavírána vždy po 6 až 7 ocelových rámech BTX s ponecháním 2 až 3 m lavice u čelby.

Vcelku příznivé podmínky ražby středního tunelu se projeví i na celkovém zatřídění dle technologické třídy NRTM, jež bylo výrazně příznivější pro investora stavby než předpokládal projekt. Ve třídě NRTM 5aI bylo z celkového objemu ražeb zatříděno pouze 11,8%, ve třídě 5aII bylo provedeno 22,5% ražeb a v nejpříznivější třídě NRTM 5aIII bylo vyraženo plných 65,7% středního tunelu. Při ražbě středního tunelu byly dokumentovány jen minimální nadvýlomy, které byly z převážné většiny specifikovány jako nezaviněné, jelikož byly zapříčiněny zpravidla tektonickým postižením či silným rozpukáním horninového masivu. Tato příznivá skutečnost se neočekávala, jelikož ražba průzkumné štoly zaznamenala procentuálně značně větší nadvýlomy z raženého profilu cca 15m². Ovšem ukázalo se, že zmíněná průzkumná štola, umístěná v profilu středního tunelu, měla velmi příznivý vliv na jeho ražbu, jelikož působila jako podélná kotva zajišťující stabilitu čelby. Na minimální zjištěné nadvýlomy v této části stavby mělo velký vliv i to, že cca 2/3 délky středního tunelu (ve středně pevných horninách) zhotovitelrazil tunelbagry - tedy za pomoci beztrhavinového rozpojování, čímž nedocházelo k takovému rozvolnění okolního horninového masivu. Dalším příznivým faktorem při ražbách bylo to, že od roku 2003 byl v lokalitě zaznamenán trvalý srážkový deficit, což mělo za příčinu postupný pokles hladiny podzemních vod (až o 3–4 m).

Ražba hlavních tunelových trub byla zahájena v září resp. v říjnu 2004 a byla dokončena v průběhu května 2005. Co se týče zatřídění, tak při ražbě obou hlavních tunelů byly použity pouze první dvě třídy NRTM. V jižní tunelové troubě (JTT) ražba probíhala od rozvadovského portálu do staničení 84,2 TM ve třídě NRTM 5aI, zbytek ražby (do 330 TM) byl dokumentován ve třídě NRTM 5aII. V severní tunelové troubě (STT) ražba probíhala ve třídách NRTM 5aI. (0 – 93,8 TM) a NRTM 5aII. (93,8 – 330 TM). Z výše uvedených skutečností je zřejmé, že geologické podmínky byly v průběhu ražeb velmi rozmanité, jelikož poměrně příznivé podmínky při ražbě středního tunelu již tak nekorespondovali s okolní ražbou hlavních tunelů a především finální výrub obou velkých tunelů byl tak rozměrný, že nesplňoval požadavky zatřídění do nejpříznivější třídy NRTM dle IG zatřídění dle Tesaře pro dokumentace výrubů (QTS).

Shrnutí ražeb po geologické stránce je možno definovat tak, že probíhaly v petrograficky relativně jednoduchých poměrech, ale ve velice složité tektonické stavbě. Několik horotvorných fází, které postihly proterozoické horniny, způsobily jejich rozčlenění na jednotlivé bloky. Ty byly navzájem nerovnoměrně posunuty a různě natočeny, což bylo zřetelné z měřené foliace. Navíc po některých poruchách docházelo k opakovaným tektonickým pohybům. Proto nelze jednoznačně určit, které tektonické poruchy jsou starší a které mladší. Z těchto skutečností vyplývá i výsledek dokumentace jednotlivých tunelů. Jejich geologická situace ve většině úseků není korelovatelná, tudíž velice proměnná.

Geotechnický monitoring (GTM) na stavbě tunelu Valík

Geotechnický monitoring je nedílnou součástí Nové rakouské tunelovací metody (NRTM), která se používá v ČR při výstavbě většiny tunelů. Účelem geomonitoringu je poskytnout účastníkům výstavby tunelů dostatek informací o reakci horninového masivu na jejich ražbu. Důležitým cílem GTM je průběžné ověřování shody předpokladů projektu stavby se skutečností a získávání podkladů pro zatřídění výrubů do technologických tříd NRTM.

Náplní geomonitoringu na stavbě tunelu Valík byla tato měření a sledování:

- ☐ inženýrsko-geologické sledování čelby

- ☐ měření deformací svahů hloubených portálových úseků
- ☐ konvergenční měření v tunelech
- ☐ měření poklesů povrchu terénu (příčná poklesová kotlina a podélná vlna)
- ☐ extenzometrická a inklinometrická měření ve vrtech z povrchu
- ☐ měření napětí tenzometry na kontaktu hornina – primární ostění a v sek. ostění
- ☐ měření napětí tlakovými buňkami v primárním ostění středního tunelu a ve středním pilíři
- ☐ kontrolní seismické měření účinků trhacích prací na okolní prostředí
- ☐ měření skutečného tvaru výrubu, primárního ostění, sekundárního ostění
- ☐ kontrolní měření pevnosti betonu Schmidovým kladivem
- ☐ kontrolní měření sil ve svornících a kotvách
- ☐ komplexní sledování chatové osady Amerika (pasportizace)

Pro účely komplexního vyhodnocení interakce horninového masívu s ostěním tunelu byla navržená měření soustředěna do 3 sdružených profilů. V těchto profilech probíhalo konvergenční měření, extenzometrické a inklinometrické měření, měření napětí v primárním ostění, měření napětí na kontaktu mezi primárním ostěním a horninovým masivem a měření deformací povrchu terénu.

Posuzování a rozbor naměřeného geotechnického sledování je prováděn komplexně ve vazbě na všechna provedená měření a na skutečně zastižené geotechnické podmínky, především v místě sdružených profilů. Všechny výše popsané druhy měření a sledování byly pravidelně ukládány v kanceláři GTM na internetový on-line server Barab[©], kam měli přístup všichni nejmenovaní zástupci stavby, včetně přizvaných expertů.

Velice důležitou náplní kanceláře GTM bylo vyhodnocování jednotlivých druhů měření ve vztahu k určeným varovným stavům. Kritéria varovných stavů byly před zahájením stavby nastaveny projektantem dle statického výpočtu z parametrů zjištěných při ražbě průzkumné štol. Upřesňovaly se během stavby na pravidelných hodnoceních výsledků měření (Rada Monitoringu) a to v závislosti na růstu poznatků o chování podzemní konstrukce. Mimo to se v průběhu ražeb prováděl aktualizovaný statický výpočet na nově zjištěné podmínky a hodnoty varovných stavů se tak dodatečně upřesňovaly. Ve vazbě na hodnocení výsledků GTM a na varovné stavy byla průběžně přijímána opatření týkající se:

- ☐ měření a vyhodnocování geomonitoringu (četnost měření, úpravy v typech měření, rychlost a způsob vyhodnocování výsledků)
- ☐ pohotovostního režimu (směru a rychlosti informací a rozhodovacího procesu)
- ☐ úprav technologie ražby a vyztužování ostění (dle RDS), bezpečnosti práce a její organizace (dle havarijního plánu stavby)

ON-LINE SYSTÉM BARAB

Je to databázový systém, který slouží ke sběru, prezentaci a archivaci dat získaných v rámci geomonitoringu podzemních staveb vyvinutý společností SG-Geotechnika. Účelem tohoto on-line systému, bylo zjednodušit přístup účastníkům jednotlivých staveb k požadovaným datům či měřením. Nejmenovaní zástupci staveb dostávají svá hesla, pomocí jichž se po zaregistrování připojují po internetu odkudkoliv na zmiňovaný server. V něm jsou denně ukládány aktualizované výsledky měření či protokoly. Pro pracovníky kanceláře monitoringu tak odpadlo zasilání výsledků měření pomocí e-mailů jednotlivým účastníkům staveb. Registrace všech uživatelů podléhá ověření správcem systému. Ten přidělí uživatelskou roli (pasivní nebo aktivní) a projekt, který bude dle předem domluvených dispozic pro registrovaného uživatele zpřístupněn. Pro každou podzemní stavbu, na které se naše společnost podílí v rámci kanceláře geomonitoringu, je zřízen na serveru

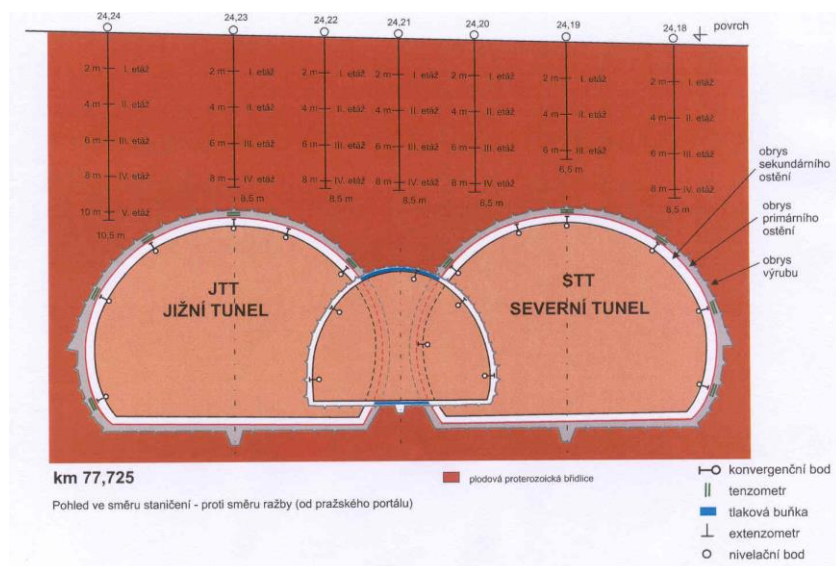
Barab[®] projekt s označením názvu stavby pro nějž je nastaven požadovaný a neomezený počet os, kde jsou zveřejňována jednotlivá měření. Zde je možné ukládat data do aplikací GEODET (všechna geodetická měření), GEOLOG (protokoly IG dokumentace), GEOTECHNIK (měření geotechnická) a DOKUMENTY (schémata, důležité zápisy či jiná důležitá sdělení). Na úvodní stránce projektu je možné sledovat i postupy dílčích ražeb té které podzemní stavby. Ukládání jednotlivých dat provádí pověření vedoucí pracovníci geotechnického monitoringu na jednotlivých tunelových stavbách a případně hlavní správce systému (v případě subdodavatelských měření).

Vyhodnocení geotechnických měření při ražbě středního tunelu

Jak již bylo výše popsáno, ražba středního tunelu se převážně razila dle horizontálního členění (kalota a spodní klenba). Celý profil středního tunelu představoval plochu cca 71 m² (kalota 50 m² a spodní klenba cca 21 m²). Při konvergenčním měření byly jednotlivé pětibodové profily navrženy v úvodní části tunelu v rozestupu 10 m a od staničení 30 TM po 20 metrech. Jelikož více jak polovinou raženého profilu ve staničení 60 TM procházela mocná porucha, členové RAMO rozhodli o doplnění vloženého konvergenčního (KVG) profilu v tomto úseku ražby. Mezní hodnota varovných stavů dle realizační dokumentace stavby (RDS) představovala u jednotlivých bodů vždy odlišnou velikost z důvodu prostorového situování bodů na ostění. Obecně, nejspodnější vypočtená limitní mez ze všech osazovaných bodů činila ve vertikálním směru 13 mm a v horizontálním směru 11 mm. Tyto zmíněné hodnoty náležely do 3. varovného stavu z pětistupňové škály – stav mezní přijatelnosti. Ve středním tunelu byla naměřena maximální deformace ve směru vertikálním 11 mm a v příčném směru 10,5 mm. Takže z uvedeného lze shrnout, že po celou dobu ražeb středního tunelu se pohybovaly naměřené deformace KVG bodů na primárním ostění středního tunelu maximálně do II. varovného stupně, a tak nebylo nutné prakticky přijímat mimořádná opatření v rámci ražby.

Obdobně byla vyhodnocována i měření deformací na povrchu včetně extenzometrických a inklinometrických měření. Maximální deformace při měření extenzometrických vrtů byla odečtena na nejspodnější kotvě č. 4 v rámci 3. sdruženého profilu ve staničení 30 TM, která představovala hodnotu 12,6 mm na extenzometru 24.22, který je situován mírně vpravo (ve směru staničení ražeb) od podélné osy tunelu. Tato hodnota je logicky nepatrně větší než při měření KVG bodů v tunelu, což je příčinou nezachycené prvotní deformace v momentě těsně po průchodu daným staničením čelby v tunelu (než dojde k osazení a k změření KVG bodů). Na tomtéž extenzometru byla naměřena i maximální deformace na jeho zhlaví, která činila 10,4 mm (varovný stav je na povrchu nastaven na 40 mm). Z výše popsaných výsledků měření je zřejmé, že deformace nejhlubší kotvy extenzometru je téměř identická jako deformace jeho zhlaví na povrchu. To je na této stavbě dáno minimálním nadložím ve staničení 30 TM (cca 6 m), které v zastižených horninách prakticky neumožní vytvoření přirozené horninové klenby nad raženým tunelem. Největší absolutní deformace byly naměřeny právě na profilu č. 3, což lze jednoznačně odůvodnit nejmenším nadložím nad tunelem a nejproblematičtějšími geologickými podmínkami v úvodní části stavby. Na dalších dvou příčných profilech (190 a 290 TM) dosahovaly deformace na jednotlivých extenzometrických kotvách hodnot okolo 5 mm. Další zajímavý trend, který byl vysledován v průběhu ražeb na všech příčných profilech je ten, že maximálních deformací nebylo dosaženo na extenzometrech v ose nad tunelem, ale vždy na extenzometru vedlejším (viz schéma profilu Obr.2) situovaném vpravo ve směru ražeb.

Tato skutečnost byla ovlivněna zastiženou břídlícností (foliací) se sklonem kolem 80° dokumentovaných hornin, když maximální vývoj deformací se nepřenášel po svislici, ale právě po úklonu zmíněné foliace. Největší změřená deformace na povrchu v podélné ose nad středním tunelem byla v rámci podélné poklesové vlny změřena na bodě č. 22 ve staničení tunelu 310 TM. Tato hodnota činila v srpnu roku 2004 po dokončení ražby středního tunelu 13 mm, což potvrzuje zastižený trend. Ostatní body v ose na povrchu se deformovaly mezi 6 až 11 mm, dle dokumentované geologie.



Obr.2 schéma měřících prvků ve 3. sdrúženého profilu (30 TM).

Menší horizontální deformace byly naměřeny v okolním horninovém masivu pomocí šesti inklinometrických vrtů, které se při ražbě středního tunelu pohybovaly mezi 4 až 7 mm. Směr deformace probíhal vždy k tunelu od situovaných inklinometrů. Minimální deformace v této fázi ražby byly ovlivněny skutečností, že jednotlivé inklinometry kopírovaly až obrys velkých tunelů, a tak jejich vzdálenost k obrysu středního tunelu činila v momentu měření z obou stran cca 8 m.

Samostatnou a prospěšnou metodou při měření GTM na stavbě tunelu Valík se ukázalo průběžné kontrolní měření profilovacím strojem zařazených nadvýmů při ražbě středního tunelu a posléze i při ražbě hlavních tunelů. Tuto činnost ŘSD zakomponovalo do balíku měření GTM vůbec poprvé při stavbě dálničního tunelu. Objednatel tedy přenesl zodpovědnost za tato měření na kancelář geomonitoringu, čímž nebyl závislý na namátkovém měření zhotovitele. Jednotlivé dokumenty o profilaci výrubů byly předávány technickým dozorům stavby formou protokolů v týdenních intervalech vždy před jednáním RAMO, tak aby mohly být případné nadvýmly investorem odsouhlaseny.

Postup prací a stručné vyhodnocení GTM při ražbě hlavních tunelů

Zahájení ražby hlavních tunelů (STT a JTT) bylo uskutečněno na přelomu září a října 2004. Ražby s vertikálním členěním dílčích částí započaly z rozvadovského portálu postupně jednotlivými bočními tunely (gotickými štolami).

Po cca 30 metrech ražby bočních tunelů následovaly ražby hlavních kalot tunelů, jež za důsledného sledování byly raženy na 1 záběr (nebyly děleny, jak bylo navrženo v projektu) – viz Obr.3. Po vyražení určitého úseku hlavní kaloty (cca 50 m) bylo odtěženo jádro tunelové části a uzavřeno dno v celé šířce spodní klenby tunelu. Po uzavření dna byla postupně ubourána příčka mezi boční štolou a střední částí tunelu, čímž byl vytvořen celkový profil primárního ostění tunelu.



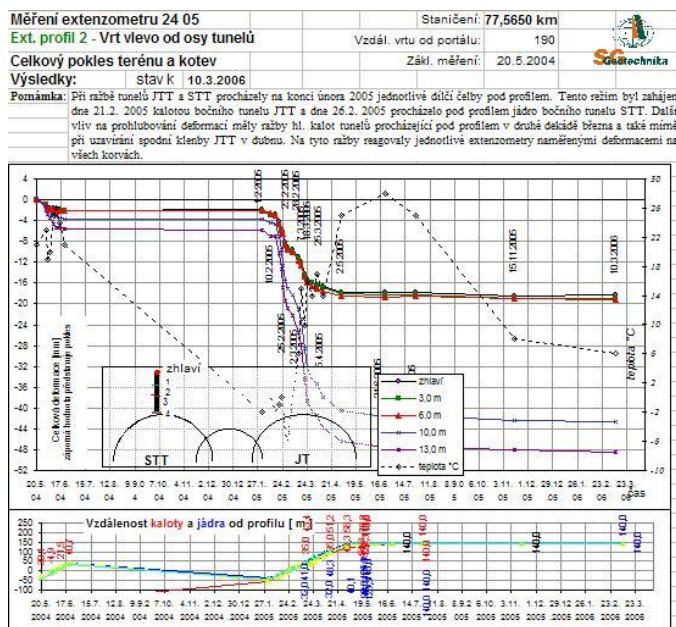
Obr.3 situace členění ražeb od rozvadovského portálu.

Při ražbě tunelů byly opět sledovány deformace v konvergenčních profilech. V každé tunelové troubě bylo osazeno 20 konvergenčních profilů po 10 až 20 metrech. Naměřené výstupy byly vyhodnocovány a graficky zobrazovány ve svislém, příčném směru i ve formě vektoru. Varovné stavy zde byly dle statického výpočtu nastaveny tak, že ve svislém směru představovala tato hodnota 20 mm a v příčném směru 13 mm. Svislé deformace se většinou pohybovaly v rozmezí 8 – 12 mm a v příčném směru dosahovaly ještě menších hodnot 5 – 10 mm. Když pomineme některé údaje naměřené na bouraných provizorních příčkách, tak maximální deformace ve svislém směru na jižním tunelu za celou dobu ražeb bylo dosaženo v profilu č. 2 ve staničení 20 TM, kde tato deformace představovala 17 mm (Obr.4). V příčném směru byla maximální deformace na JTT naměřena ve vloženém profilu č. 20 (z důvodu zastižených poruchy) ve staničení 59 TM, jež činila 12 mm. Naměřené deformace na severním tunelu dosahovaly nepatrně větších hodnot. Tato skutečnost lze odůvodnit méně příznivější geologickou situací při ražbách STT, zapříčiněnou větším stupněm zvětrání zastižených hornin, především v úvodní třetině ražeb. Maximální deformace ve svislém směru byla naměřena na profilech č. 6 (90 TM) a 7 (110 TM). Obě hodnoty se zastavily těsně pod hranicí nastaveného varovného stavu a činily 19 mm. Zmíněné hodnoty byly ovšem naměřeny až v době dodatečných výlomových prací při budování výklenku poblíž obou profilů. V příčném směru byla maximální deformace zaznamenána v profilu č. 2 (20 TM) – 13 mm (hodnota varovného stavu).

Maximální deformace na povrchu terénu, v ose nad tunely, byla naměřena v rámci 3. sdruženého profilu (viz. Obr.2) ve staničení 30 TM a činila 31 mm. Oproti tomu byla při extenzometrickém měření v horninovém masivu naměřena maximální deformace 47,5 mm na nejspodnější kotvě extenzometru 24.05, který je situován nad klenbou STT ve 2. sdruženém profilu ve staničení 190 TM (viz. Obr.5).



Obr.4 grafický výstup KVG měření č. 02 (sedání) v JTT ze serveru Barab.



Obr.5 deformace na kotvách extenzometru 24.05 ve stanění 77.565 km.

Zmíněná součtová vertikální deformace je ovlivněna průchody ražeb středního tunelu a všech dílčích částí velkých tunelů. Z těchto výsledků měření, kde je znatelný rozdíl v naměřených

deformací nejspodnějších kotev a terénu, je již zřejmé, že v části stavby, kde dosahovalo nadloží zhruba 15 m, byla již vytvořena přirozená horninová klenba nad tunely (oproti částem ražeb v blízkosti portálů).

Jelikož v letech 2002 až 2005 docházelo k postupnému poklesu podzemních vod až na úroveň spodní klenby v tunelu, tak při hydrogeologickém sledování ražeb tunelů, jsme zaznamenali ojediněle minimální přítoky podzemních vod pouze ve dně tunelu. Dlouhodobá monitorování a sledování v rámci GTM v okolních studnách potvrdila pouze minimální ovlivnění a nepatrný pokles hladiny podzemních vod vlivem ražeb tunelu Valík.

Zaznamenané přínosy geomonitoringu při stavbě tunelů

Při ražbě středního tunelu (03 až 07/2004) bylo na základě vyhodnocení výsledků měření a doporučení kanceláře GTM upuštěno od původně předpokládaného členění výrubu kaloty středního tunelu projektem. Po cca 10 metrech ražby za mikropilotovým deštníkem (délky 18 m) zhotovitel razil celou horní část (kalotu) na jeden profil o průřezu cca 50 m² za stálého dozoru kanceláře GTM. Dále v nejpříznivější třídě 5aIII bylo upuštěno, dle dosažených výsledků měření, od kotvení ve spodní klenbě středního tunelu. Uvedenými rozhodnutími (schváleno RAMO) se ušetřilo více jak měsíc v plánovaném harmonogramu ražeb středního tunelu a samozřejmě nemalé finanční prostředky za nepoužitou příhradovou výztuž BTX, uspořené kotvy a stříkaný beton.

Při ražbách hlavních tunelů (10/04 až 05/05) se opakovala situace z ražby stř. tunelu, když kancelář GTM doporučila RAMO zjednodušit projektované členění obou tunelů. Hlavní kaloty obou tunelů se tedy v celé jejich délce nakonec razily na jeden výrub. Zároveň na doporučení kanceláře GTM se neprovádělo zajištění mikropilot „BODEX“ nad klenbou tunelů, jež se dle projektové dokumentace měly vrtat z kapliček budovaných nad horní klenbou tunelů. Důvod byl prostý - nedotovat masív v nadloží tunelů technologickou vodou z vrtání, čímž by se situace na čelbě v zastížených podmínkách pravděpodobně značně zhoršila. Především z důvodu výše uvedených opatření se docílilo zkrácení ražeb tunelů o více jak 4 měsíce a zároveň byly vykázány nezanedbatelné finanční úspory. Uvedení celé stavby do zkušebního provozu, která navazuje na dálniční most přes řeku Úslavu, bylo nakonec docíleno s více jak dvouměsíčním předstihem oproti projektem plánovaným termínům.

Závěr

Závěrem bych chtěl uvést, že i když byl tunel Valík navržen do velice obtížných geologických podmínek a byl velice sledován veřejností v dotčeném regionu, při velké kázni zhotovitele, zkušenostech projektanta a době fungujícímu odbornému týmu v rámci Rady geotechnického monitoringu, bylo možné si s těmito podmínkami velice úspěšně poradit. Stavba byla uvedena do zkušebního provozu v říjnu 2006 a komplexní geomonitoring provádí i nadále naše společnost i při současném dopravním využívání tunelů (v době technologických odstavek – zhruba jedenkrát za ½ roku). Po závěrečném vyhodnocení a předání Závěrečné zprávy jsme si ve skutečnosti ověřili, že nákladnější a ojedinělé řešení samotné stavby s železobetonovým pilířem, může na druhou stranu přinést nezanedbatelné finanční úspory z hlediska záboru povrchového území nad rozsáhlými tunelovými stavbami v dálničním stavitelství.

Použitá literatura

Projekt Geotechnického monitoringu tunelu Valík na dálnici D5 – st. 0510/IB v km 77,405 – 77,785 (R. Bernard – 01/2004).

RDS - Tunel Valík, 600.06 Ražená část – primární ostění (J. Svoboda – 03/2004).

Bernard, R., Pacovský, J. & Zemánek, I. (2006): Geomonitoring prováděný během stavby dálničního tunelu Valík. Příspěvek na kongresu WTC 2006 v Soulu.

Závěrečná zpráva - Geotechnický monitoring Valík (R. Bernard – 09/2006).